

위급상황 시 효율적인 대처를 위한 ICT 기반의 엘리베이터 비상통화장치 시스템 및 성능 비교 연구

정세훈* · 박성균** · 박홍준*** · 소원호**** · 박동국***** · 심춘보*****

A Study on a Elevator Emergency Call Device System and Performance Evaluation based on ICT for Efficient Handling in Emergency Situation

Se-Hoon Jung* · Sung-Kyun Park** · Hong-Jun Park*** · Won-Ho So**** · Dong-Kook Park***** · Chun-Bo Sim*****

요 약

2011년에 발생한 블랙아웃 사태 때 전기 공급이 중단된 엘리베이터에 많은 사람이 갇히는 일이 발생하였다. 그 때 엘리베이터와 연결된 관리실 전화망이 부실하게 작동되는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 ICT 기반 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템을 제안하고 성능을 평가한다. 제안된 시스템은 승객의 안전을 보장하기 위하여 엘리베이터에서 위험 상황이 발생하면 신속하게 대응한다. 이를 위하여 먼저 관리실과 통화접속을 시도한다. 만일 접속이 실패하면 통화음 및 녹음음성의 분석을 통해 등록된 긴급연락번호 및 구조대로 순환 순서에 따라 순차적으로 연결을 시도한다. 또한 긴급 통화 접속이 신속하게 이루어 질 수 있도록 설계하였다. 마지막으로 제안된 시스템은 엘리베이터의 고장 정보를 고장 처리 단말기로 신속하게 전송하는 기능도 포함한다.

ABSTRACT

A lot of people were trapped in elevators without power supply when BLACK-OUT situation occurred in 2011. The telephone network of control room connected to the elevators had problem operating poorly. In this paper we propose an ICT based elevator emergency call device prototype system and evaluate the performance of the system. The proposed system quickly responds in emergency situation to guarantee passenger safety. For the goal, firstly the system tries to connect to a control room. If it fails the system attempts to call numbers for emergency contact and a rescue team sequentially. The system is designed to quickly support emergency contact as well. Finally, the information of elevator failure is rapidly transferred to the failure process device by the proposed system.

키워드

Elevator, Emergency Call Device, Voice Processing, Monitoring system, ICT
엘리베이터, 비상 통화 장치, 음성 처리, 모니터링 시스템, ICT

* 광양만권 SW융합연구소 책임연구원(iam1710@hanmail.net)

** (주)휴머닉스 연구소장(psk1227@hanmail.net)

*** 광양만권 SW융합연구소 팀장(hjpark@sunchon.ac.kr)

**** 순천대학교 컴퓨터교육과 교수(whso@sunchon.ac.kr)

***** 순천대학교 정보통신·멀티미디어학부 교수(dgpark6@sunchon.ac.kr)

***** 교신저자(corresponding author) : 순천대학교 멀티미디어공학과 부교수(cbsim@sunchon.ac.kr)

접수일자 : 2015. 03. 12

심사(수정)일자 : 2015. 04. 13

게재확정일자 : 2015. 04. 23

I. 서론

국가 정책의 일환으로 장애인 복지정책과 빌딩 건설의 건축정책으로 인하여 승강기 시장의 확산이 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 그러나 지난 2011년에 발생한 블랙아웃 사태 때 전기 공급이 중단된 엘리베이터 내에서 수많은 사람이 갇히는 일이 발생하였고 엘리베이터와 연결된 관리실의 전화망이 부실하게 작동되는 문제점이 발생하게 되었다. 블랙아웃 사태 이후 행정안전부에서는 엘리베이터 내 비상통화장치 부착을 의무화하였으며, 신규 설치되는 엘리베이터는 물론 기존에 시공된 엘리베이터에도 비상통화장치를 부착하도록 하였다. 또한 2014년에 관련법이 개정되어 개선기간 동안 비상통화장치를 부착하지 않을 경우 법률적인 제재를 가하도록 하였다. 이러한 현재 승강기 구조 정책 및 승강기 시장의 확대와 더불어 엘리베이터의 유지보수에 대한 수요가 급격히 증가하고 있는 실정이다. 그러나 엘리베이터 비상통화장치는 사고 예방보다는 주로 단속에 치중하고 일시적인 실적을 중시하며 문제의 근본을 해결하기보다는 임시적인 상황 대응에 중점을 두는 경향이 농후한 실정[1-4]이다.

이에 본 논문에서는 기존의 설치된 엘리베이터 내에서 위험 상황이 발생하였을 경우 능동적인 승객의 안전성을 보장하기 위하여 위험 상황을 신속하게 대응할 수 있는 일련의 프로세스가 포함된 ICT(Information and Communication Technology)기반의 엘리베이터 비상통화장치 모니터링 시스템 설계 및 구현을 제안한다. 제안하는 시스템은 엘리베이터 내에서 위험 상황 발생 시 관리실과의 통화접속이 이루어지지 않는 경우 등록된 긴급연락 전화번호(관리실, A/S 센터, 구조대, 긴급 연락처)로 순환 순서에 따라 순차적으로 연결을 시도하여 긴급 통화 연결이 신속하게 이루어질 수 있도록 하였다. 이를 위하여 음성 샘플링과 노이즈 제거를 위한 회로도 설계와 노이즈가 제거된 음성의 특징점 추출, 음성 데이터베이스에 구축된 음성 데이터의 패턴 비교를 통하여 위급상황의 홀딩 타임을 줄일 수 있도록 하였다. 그리고 고장 정보는 고장 처리 단말기로 전송함으로써 구조와 수리가 신속하게 처리될 수 있는 구조를 포함하고 있다. 또한 인명구조를 위한 승강기 위치를 웹 애플리케이션으로

확인이 가능하여 신속한 구조가 이루어질 수 있도록 하였다. 이와 더불어 본 논문에서는 비상통화장치와 더불어 관리자와 사용자가 엘리베이터의 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 웹기반의 엘리베이터 모니터링 시스템을 추가 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 제시하며, 3장에서는 제안하는 엘리베이터 비상통화장치 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어를 설계한다. 4장에서는 제안된 시스템의 구현 UI(User Interface) 및 성능평가를 실시하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방안을 제시한다.

II. 관련 연구

본 논문에서는 기존 연구에서 진행되고 있는 엘리베이터 비상통화장치 개발 방법을 크게 4가지 관련 연구로 구분하여 제안된 시스템과의 비교 및 평가한다.

첫째, [5]의 연구에서는 안전관리 측면의 일환으로 실시간 모니터링 및 원격제어가 가능한 원격관리 제어시스템을 제안하였다. 이 연구는 관리자가 실시간으로 해당 엘리베이터의 원격 감시를 활용하여 H/W의 결합적인 문제점이 발생할 경우 원격제어를 통한 고장 수리를 주목적으로 하고 있으며, 고장 발생 시 엘리베이터 이용자에게 SMS 서비스를 제공한다. 이 연구는 시스템의 관리자 GUI를 PC용 애플리케이션과 Window CE기반의 산업용 모바일기기의 GUI로 한정하였다.

둘째, [6]의 연구에서는 컴퓨터와 통신망 기술을 이용하여 대량의 엘리베이터를 원격지에서 전문적으로 감시하기 위하여 음성 및 데이터 통신을 이용한 엘리베이터 원격감시 시스템을 구현을 제안하였다. 엘리베이터의 상태 감시 모듈은 각 부품의 컨트롤러 단자로 들어오는 모든 전압을 실시간으로 측정하고, 전기적 신호를 이진(binary)화하여 16비트 코드로 변환하여 정상적인 값이 아닐 경우에 엘리베이터 이상을 감지하였다. 또한 엘리베이터가 이상정지하며 발생하는 소음과 엘리베이터 이용자가 내는 소리를 측정하여 비상 감지를 한다.

셋째, [7]의 연구에서는 RIMS(원격 통합 관리 서비스)시스템 구현을 제안하였다. 이 RIMS는 원격제어,

직접 통화, CCTV기능을 통합한 모델 승강기 제어반과 협력 모델로서 승강기 제어반에서 발생하는 상황 정보를 바탕으로 현재 상황에 대한 녹화 및 직접통화가 가능하고 관리자의 스마트폰과 직접적인 통화 시도와 오류 발생 시 원격제어가 가능하도록 구성이 되어있다. 또한 원격 제어는 비상 상황 시 근접 층 이동 및 경미한 상황에서는 클리어 기능을 포함하고, 승강기 이동상황에 대한 정보를 실시간으로 보여준다. 제안된 시스템은 터치스크린 기반 서비스로 제공이 되며, 관리담당자별 승강기 등록을 효과적으로 수행하기 위해 NFC 및 QR코드를 이용한 형태로 구성하였고, 승강기별 상태정보를 확인할 수 있도록 하였다.

마지막으로 [8]의 연구에서는 EDS(Emergency Dialing System)-100을 제안하였다. EDS-100서버는 탑승자로부터 비상 호출이 발생하게 되면 이를 감지하여 인터폰 모기를 제어하여 비상호출을 알리는 형태이다. 이 EDS-100서버의 핵심 기술로는 실시간으로 인터폰 회선을 감지하고 기계실로부터 유도되는 노이즈가 공중 전화망으로 인입되지 않도록 전화선로와 인터폰 선로를 전기적으로 차단시키는 인피던스 매칭 회로를 적용하였다. 또한 교환기의 Back Tone 감지 기술을 적용하여 전화 연결 시 Ring 상태, 부재 중 상태의 교환기로부터 전달되는 Back Tone을 검출하기 위하여 PBX(Private Branch Exchange)와 M-980IC를 적용하였고, 정확한 판별을 위해 각 신호의 High Level과 Low Level로 구간별 주기를 정확하게 판별하기 위한 소프트웨어 알고리즘을 개발해 탑재하였다.

III. 제안하는 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템

3.1 엘리베이터 비상통화장치 시스템 구조

엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템은 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 구분하여 개발을 진행하였다. 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템의 하드웨어는 엘리베이터 장애 발생 시 전력 공급이 되지 않는 상황에서 보조 배터리를 이용한 인터폰 모기 방식을 통해 관리실로 연결하게 되며 관리자 부재를 판단하기 위한 음성 노이즈 제거 기능을 적용한

Sensing회선을 활용한다. 또한 구조상황을 신속하게 처리하기 위한 관리실, 유지보수 업체, 엘리베이터 내부를 모두 연결할 수 있는 3자간 통화 모듈을 활용할 수 있도록 설계한다. 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템의 소프트웨어는 인터폰을 통해 연결되는 관리실의 관리인 확인을 위한 교환기 음성 인식 기술을 활용하며, 관리인 미응답 시 긴급 음성 연결 기술 및 PSTN 연결 방식을 이용한 순차 구조 알림 서비스를 진행한다. 또한 유지보수 업체 관리자의 다양한 GUI로 유지보수 관리 서비스로 구성된다. 그림 1은 제안하는 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템의 전체 구조도를 나타내고 있다.

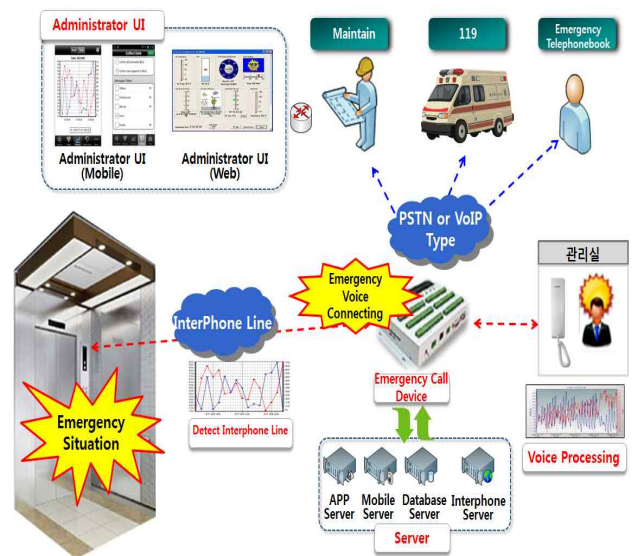


그림 1. 제안하는 전체 시스템 구조도
Fig. 1 Structure map of proposed overall system

3.2. 엘리베이터 비상통화장치 하드웨어 설계

제안하는 엘리베이터 비상통화장치의 데이터 입력은 I/O 방식을 통하여 음성 신호, DTMF, LED, LCD를 실시간으로 처리한다. MCU에 입력되는 데이터는 SPI 통신을 통해 Telephone Number, Voice Room에 데이터가 저장된다. 회로를 통해 입력되는 데이터는 RS-232C를 통해 관리실에 연결된 메인서버로 데이터를 전송하게 된다. 또한 Clock IC를 활용하여 RTC기반의 시간 데이터를 전송하게 되며, 시간에 따른 엘리베이터 비상통화장치 데이터의 분류를 처리하게 된다. 다음은 MCU 설계에 적용된 상세 내용을 구분하였다.

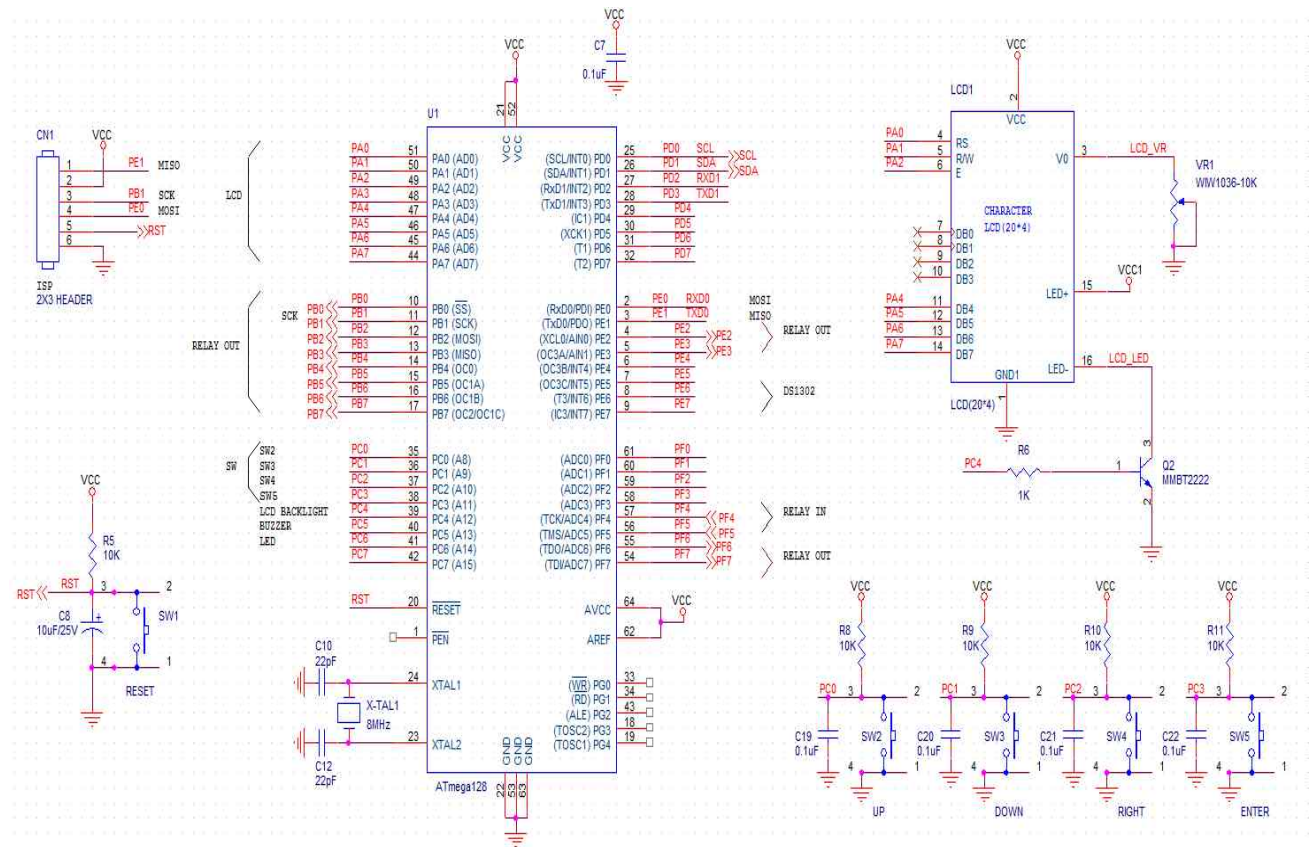


그림 2. 엘리베이터 비상통화장치 MCU 설계 회로도
 Fig. 2 MCU design circuit diagram of elevator emergency call device

그림 2는 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템의 MCU 설계 회로도이다. 기존의 인터폰이나 승강기 안에서 비상버튼을 누르면 교환 장치에서 호출 신호가 발생하는데, 이때 호출신호는 펄스로 나타나게 된다. 위의 회로는 발생하는 호출신호 즉 펄스를 분석하여 승강기 관리자와 비상통화를 연결시켜줌과 동시에, 비상통화가 연결되었는지 분석하여 그 신호를 모니터링 할 수 있도록 설계되었다.

또한 음성통화기술을 접목하여 인터폰이 사용 가능하도록 구성되어 있다. 엘리베이터의 비상시 승객이 비상통화장치를 누르게 되면 이는 관리실로 호출신호를 보내게 되는데 이 신호는 20Hz의 중명신호로 발생하게 된다. 이 중명신호는 침두치가 100V가 넘는 교류신호로 발생되며, 관리실에서 응답하게 되면 이 신호는 전기적으로 차단되어 신호의 발생이 멈추게 되는 구조로 되어있다. 위의 회로는 이렇게 발생하는 중명신호의 레벨변화를 감지하여 엘리베이터와 관리실

의 통화연결을 감지하게 되고, 이 신호를 MCU로 전송하게 된다. 이러한 레벨변화를 감지하는 회로로서 OP-Amp IC LM324를 사용하였으며, 고속의 PHOTO-COUPLER IC가 인식할 수 있도록 설계되었다. 보통 전화선에는 24V의 직류전원이 인가되며, 통화를 하게 되면 전압레벨이 7V정도로 떨어져서 유지된다. 이 전압레벨을 감지하게 되면 비상시 통화가 유지되고 있는지 차단되었는지 감시를 할 수 있게 된다. 즉 전화선의 전압을 감지하여 24로 유지되면 통화가 차단되었다고 판단하게 되며, 7~10V로 유지되게 되면 통화가 연결되고 있다고 판단할 수 있다. 이때 전압레벨을 분석하여 이 신호를 PHOTO-COUPLER IC를 통하여 MCU로 전달하게 되면 연구개발 추진일정에 따라서 진행되는 3차 통화를 위한 연결회로 모듈 등 PCB의 설계 시 반영 할 것이다. 전화선에는 24V의 직류전원이 인가되고 있다. 이 전원을 이용하게 되면 별도로 외부의 전원을 공급하지 않더라도 음성통화를

사용할 수 있게 된다. 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입 시스템의 하드웨어는 외부 전원 공급 없이도 사용할 수 있는데 전화선의 24V 직류전원을 사용하도록 설계한다. PULSE 신호 및 TONE 신호 발생 IC는 HM9102C를 사용하였으며, 음성변환 회로를 통하여 관리자와 통화 할 수 있다. 추후 일정에 따라 배터리 전력 공급기술을 구현하게 되면 비상시 주장비의 이상 유무와 관계없이 인터폰이 사용 가능하도록 구성하였다.

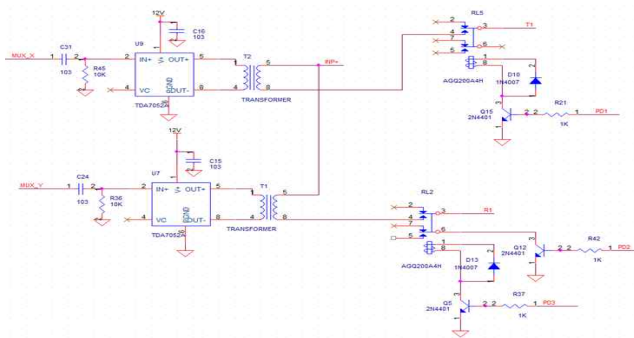


그림 3. 비상통화장치 음성 변환 설계 회로도
Fig. 3 Design circuit diagram of emergency call device voice transfer

그림 3은 엘리베이터 비상통화장치 음성 변환 회로 설계도이다. 인터폰의 음성과 녹음된 음성정보는 디지털 방식으로 전달된다. 그러나 전화회선으로 전송을 위해서는 아날로그 신호로 변환 되어야 하는데 위의 회로는 음성신호를 아날로그 신호로 변환 또는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 음성 변환 회로이다. 위의 회로를 통하여 승강기 내 인터폰을 사용하여 외부 관리자와 통화 연결을 할 수 있으며, 깨끗한 음질을 전달하기 위하여 Transfer를 사용하여 설계하였다. 또한 기존 인터폰에 병렬로 연결하여 사용 가능하며, 내선을 사용하는 환경에서도 사용 가능하다.

그림 4는 엘리베이터 비상통화장치 인터폰 회선 감시 회로 설계도이다. 비상통화장치는 승강기와 관리실의 인터폰 연결을 감시하여 관리자의 부재를 판단하게 된다. 이때 기존 인터폰과 병렬로 연결하게 된다. 그러므로 기존 인터폰과 호환이 가능하며, 기존 인터폰의 모기 및 자기를 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 따라서 인터폰의 회선을 감시하며, 통화의 연결 및 대기 상태를 감시할 수 있다. 그림 5는 비상통화장치의 잡음 제거를 위한 노이즈 필터 설계 회로도이다.

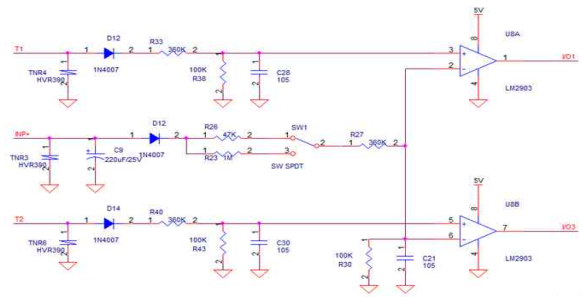


그림 4. 비상통화장치 인터폰 감시 설계 회로도
Fig. 4 Design circuit diagram of emergency call device interphone detection

음성 전달회로에서 신호잡음은 감도를 떨어뜨리므로 잡음을 감소시키는 것은 중요한 문제이다. 잡음은 외부로부터 들어오는 것도 있고 회로 자체의 저항, 다이오드 트랜지스터, 결선 부분 등 다양하게 발생한다. 그러나 신호에서는 입력신호인지 잡음인지 구별하지 못하므로 신호를 증폭하여서 가청주파수 대역의 신호만을 통과시키고 잡음영역을 제거하는 방법을 사용한다. 여기에 BIFET OP-Amp IC를 사용한다. 보통의 OP-Amp IC 보다 적은 잡음, 작은 전력소모 등 특징이 있으며, 주로 오디오 앰프용에 사용 된다.

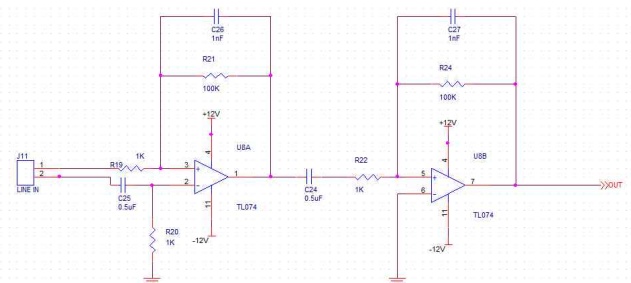


그림 5. 비상통화장치 노이즈 필터 설계 회로도
Fig. 5 Design circuit diagram of emergency call device noise filter

그림 5의 회로는 증폭률이 100인 회로로서, 입력신호(잡음 및 음성신호)를 100배 증폭시켜서 낮은 영역대에 있는 잡음을 제거하는 저역필터 회로이다. 보통 잡음은 음성신호보다 낮은 영역에 분포되어 있으므로 같은 증폭률로 증폭하여도 음성신호보다 상대적으로 작게 증폭된다. 따라서 낮은 영역대에 있는 신호를 잡음으로 보고, 이 부분을 제거하여 깨끗한 음질을 확보할 수 있다.

그림 6은 엘리베이터 비상통화장치 하드웨어의 통

화장치의 음성 전환 코드이다. 제시된 코드는 하드웨어 메인보드에서 프로세스 전환 처리를 위한 코드이다. 음성 신호 분석을 통해 통화 수신음과 음성 녹음 음일 경우 불린값을 넘겨줘서 프로세스 전환 처리를 실시한다. 또한 코드가 0x01, 0x02을 분류하여 프로세스 전환과정의 구분을 만들었다. 0x01은 엘리베이터 비상통화장치를 사용하고 있을 경우 신호음과 음성신호 분석을 통해 관리실, AS 콜센터, 구조대 순으로 연결되는 전환을 설정할 수 있으며, 0x02는 모든 비상통화장치가 끝날 경우 초기화 시키는 전환이다.

```

void data_in(void)
{
    start = CData.uart1[]; //Input Encoding
    if(start == 0x01){
        page=1; //Real Sound, Fail Process
    }
    if(start == 0x02){
        page=0; //Save Sound
    }
    if(page==0){ // Processing
        RX_RY = 0;
        SP_RY = 0;
    }
    if(page==1){ // Next Calling
        RX_RY = 1;
        SP_RY = 1;
    }
}
    
```

그림 6. 비상통화장치 음성 전환 코드
Fig. 6 Emergency call device voice transfer code

3.3 엘리베이터 비상통화장치 음성 처리 설계

제안하는 엘리베이터 비상통화장치 음성 처리는 위급상황 시 수신자 측의 부재로 인하여 연결이 불가능한 상황을 미연에 방지하기 위한 기능이다. 그림 7은 음성 인식 및 처리를 위한 흐름도를 도식화하였다. 통화음, 통화 종료음, 수신음 등의 소리를 입력하고 전처리과정을 위한 샘플링을 거친 후 소리에 대한 노이즈를 제거한다. 제거된 음성은 특징 추출을 위하여 MFCC과정을 처리하며, 미리 저장된 데이터베이스 음성 파일과 비교과정을 거쳐서 최종 결과값을 출력하게 된다.

음성처리를 위한 프로세스는 H/W 처리과정과 S/W 처리과정으로 구분한다. H/W 처리과정은 샘플링과 노이즈 제거 부분을 담당하며, 회로도 설계를 통해 처리하였다. S/W 처리과정은 노이즈가 제거된 파일의 특징 추출 및 패턴 비교를 처리하게 된다. 본 논문에서는 특

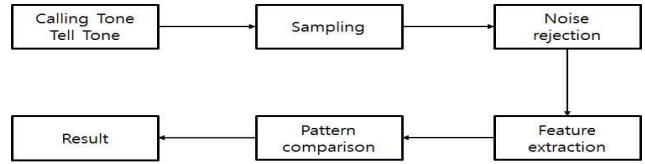


그림 7. 비상통화장치 음성 처리 흐름도
Fig. 7 Voice processing flow chart of emergency call device

징 추출된 음성 파일의 특징 추출에 관하여 제시한다.

특징 추출은 인식에 유용한 성분을 음성신호로부터 뽑아내는 과정[9]이다. 특징 추출은 일반적으로 정보의 압축, 차원 감소 과정과 관련되어 있다. 본 논문에서는 특징 추출을 위하여 MFCC(Mel-Frequency Cepstrum Coefficient)알고리즘[10-11]을 활용하였다. 그림 8은 MFCC의 특징 벡터 추출 과정 알고리즘 흐름도이다.

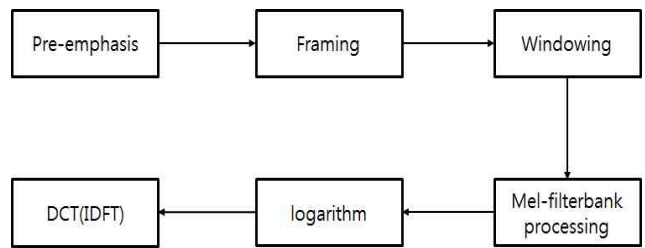


그림 8. MFCC 특징벡터 추출 흐름도
Fig. 8 Flow chart of MFCC feature vector extraction

Pre-emphasis 필터를 적용하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 인간의 외이나 중이의 주파수 특성을 모델링하기 위한 것으로 입술에서의 방사에 의하여 20dB/decade로 감쇄되는 것을 보상하게 되어 음성으로부터 성도 특성만을 얻게 된다. 둘째, 청각시스템이 1khz 이상의 스펙트럼 영역에 대해 민감한 것을 어느 정도 보상하게 된다. 즉, 엘리베이터 비상통화장치에서 추출된 기계음과 통화 연결음, 종료음 등의 고주파를 강조시켜주는 과정으로 원하지 않는 소음을 제거할 수 있다. N개의 음성신호를 X라 하였을 때 pre-emphasis의 식은 수식 1과 같다. 본 연구논문에서는 pre-emphasis 필터 계수를 0.97의 값으로 설정하였다.

$$\begin{aligned}
 X &= x_0, \dots, x_{N-1} \\
 x_i &= x_i - \alpha x_{i-1}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Framing의 경우 음소의 특징을 추출할 수 있는 구

간인 20~40ms를 하나의 frame으로 잡기 위하여 wav 파일에서 얻어온 채널 수, 샘플링 수를 활용하였고, 본 논문에서는 40ms 단위로 음성을 분할하여 frame으로 구분하였다. Windowing는 farming과정을 통해 입력되는 음성에서 분할된 frame의 불연속성에 의한 스펙트럼 왜곡을 최소화하기 위한 과정이다. 음성인식에서 사용되는 Windows함수는 불연속성에 의한 스펙트럼의 왜곡을 막기 위한 것으로 음성신호처리에서는 hamming window가 side lobe의 attenuation이 크고 main lobe의 폭도 어느 정도 좁아서 자주 활용된다. Hamming window의 수식은 식 2와 같다. W는 프레임 사이즈이다.

$$w_j = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi j}{W-1}\right), \quad (2)$$

$$j = 0, \dots, W-1$$

FFT(Fast Fourier Transform)과정은 음성 파형을 주파수 영역으로 변경하는 과정이며, 본 논문에서는 Cooley-Tukey 알고리즘에서 가장 기본적인 radix-2 FFT를 사용하였다. FFT는 크게 두 부분으로 순서를 reverse하는 부분과 계산하는 부분으로 나누어져 있다. Mel-Filtering과정은 사람의 귀에서 수행되는 음성 주파수 성분에 대한 인식은 선형 스케일을 따르는 것이 아니라 Mel-frequency스케일을 따르기 때문에 이에 대한 처리가 필요하다. 즉, FFT를 통해 복소수 형태의 주파수로 변환된 신호를 선형 스케일이 아닌 Mel-frequency스케일로 변형해야 한다. 본 논문에서는 FFT 사이즈는 512로 설계하였다. Mel-Filter Bank는 입력 신호를 사람의 청각 시스템에서 인지하는 스펙트럼 신호와 유사하게 만들어주는 과정이다. Logarithm은 신호의 크기 성분은 그대로 유지하면서 중요성이 위상 성분은 버리는 과정이다. 마지막으로 DCT(: Discrete Cosine Transform)는 MFCC를 얻기 위한 마지막 단계이다. DCT의 역할은 첫째, 필터 बैं크의 출력간의 상관관계를 없애주고 파라미터의 특징으로 모아준다. 둘째, DCT는 결과 값이 실수로 이뤄질 뿐만 아니라 DCT에 의한 결과 벡터 값들은 상호 독립적이기 때문에 계산상 효율성도 가지고 있다. 신호를 공간 혹은 시간 도메인에서 주파수 도메인으로 변환시켜 줄 때 신호 정보들은 저주파에 집중된다. 그리하여 신호정보에 기여도가 적은 고주파 성분은 버

리고 대부분의 신호 정보들을 담고 있는 저주파 성분만을 이용하여 신호의 특성을 표현한다.

IV. 구현 및 성능평가

4.1 구현 환경

제안하는 엘리베이터 비상통화장치 설계 및 구현 환경은 표 1과 같다.

표 1. 설계 및 구현 환경
Table 1. Design and implementationn environment

Item	Context
OS	Windows7 Professional SP1
DBMS	Oracle
Tool	Eclipse Galileo, Visual-Studio 2012
Server	Apache Tomcat
CPU	Atmega128
Language	C, Java
Design Tool	StarUML 5.0.2, Microsoft Visio 2007, Er-win, Artwork

4.2 엘리베이터 비상통화장치 H/W 구현

그림 9는 본 논문에서 제안하는 ICT기반의 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입이다. 인터폰은 모기와 자기형태로 엘리베이터 내부와 관리실에 설치되며, 메인 컨트롤 보드는 엘리베이터 외부에 설치되도록 하였다.

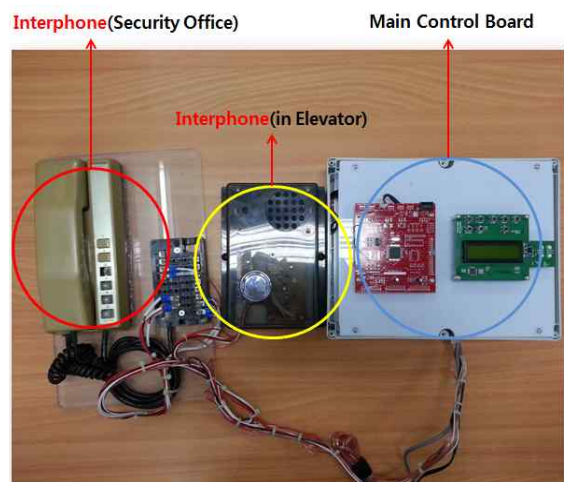


그림 9. 엘리베이터 비상통화장치 프로토타입
Fig. 9 Elevator emergency call device prototype

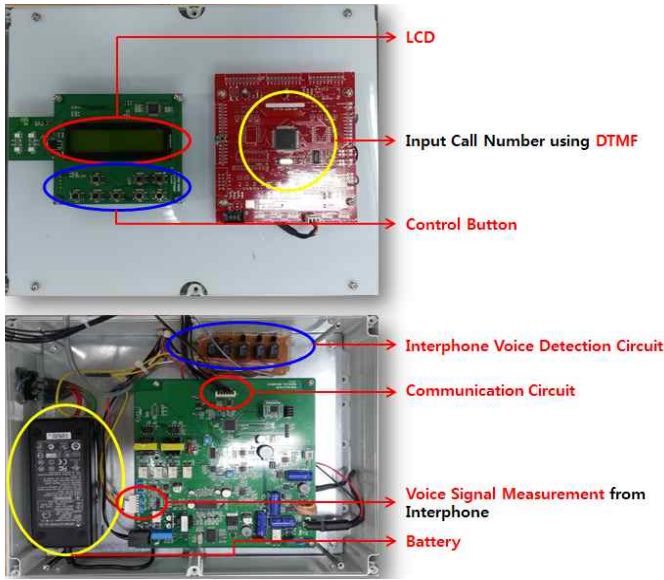
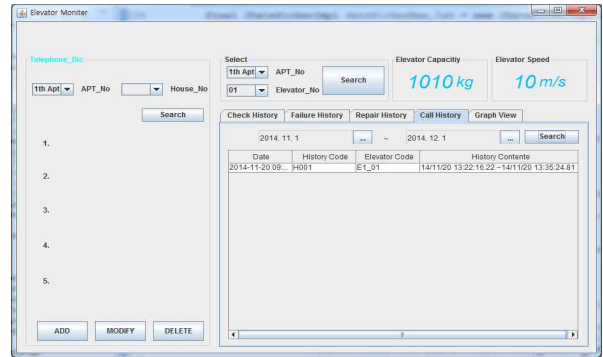


그림 10. 엘리베이터 비상통화장치 메인보드(내부)
Fig. 10 Elevator emergency call device main board(inside)

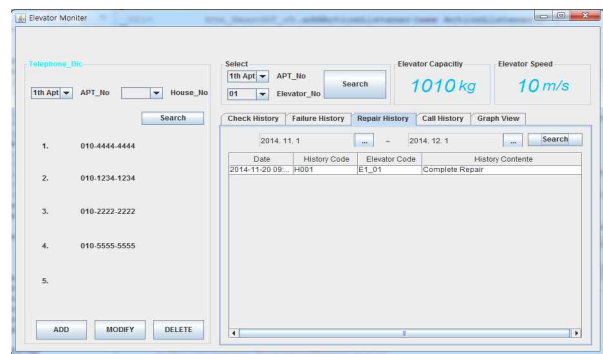
그림 10은 엘리베이터 비상통화장치의 메인 컨트롤 보드 내부의 상단부 및 하단부이며, 메인 컨트롤 보드 상단부에는 회로 상태를 체크할 수 있는 LED, 비상통화장치 상태 및 데이터 CRUD를 처리하기 위한 LCD, CPU를 제어하기 위한 컨트롤 제어버튼, 전화번호 신호 발생을 위한 DTMF 회로도 등이 포함되어 있다. 메인 컨트롤 보드 하단부에는 엘리베이터 내부에 배치될 인터폰(자기)과 관리실 내부에 배치될 인터폰(모기)는 음성신호 측정 회로와 인터폰 회선 감지 회로를 통해 처리된다. 또한 위급상황 시 연락 가능한 가구당 전화번호 저장 회로, 전력공급을 위한 배터리가 포함되어 있다. 서버와의 통신을 위한 RS-232C 포트도 포함되어 있다.

4.3 엘리베이터 비상통화장치 관리자 인터페이스

Java-swing 기반의 관리자 인터페이스는 엘리베이터 프로토타입 시스템에서 관리자의 편의성을 제공하는 부분이다. 해당 인터페이스를 통해 원하는 가구에 등록되어 있는 비상연락처를 확인 할 수 있으며, 원하는 연락처를 추가, 수정, 삭제할 수 있다. 엘리베이터 코드를 통해 특정 엘리베이터의 하중과 속도를 알 수 있고, 원하는 기간 동안의 이력 정보에 대한 확인도 가능하다.



(a) 엘리베이터 비상통화이력 정보 확인
(a) Elevator Emergency Calling History Information Confirm



(b) 엘리베이터 수리이력 정보 확인
(b) Elevator Repair History Information Confirm

그림 11. 비상통화장치 프로토타입 인터페이스
Fig. 11 Emergency call device prototype interface

그림 11 (a)는 엘리베이터 통화이력 확인 GUI이며, 특정 엘리베이터의 통화이력을 확인한 결과 UI이다. GUI에서 원하는 아파트의 엘리베이터를 선택하였을 경우 그 하단에 선택한 기간에 기록된 통화이력정보를 확인할 수 있다. 그림 11(b)는 엘리베이터 수리이력 정보 확인 GUI이며, 특정 엘리베이터의 수리이력을 확인한 결과 UI이다. GUI에서 원하는 아파트의 엘리베이터를 선택하였을 경우 그 하단에 선택한 기간에 기록된 수리이력정보를 확인할 수 있다.

4.4 엘리베이터 비상통화장치 성능 평가

제한된 엘리베이터 비상통화장치 시스템의 성능평가를 위한 위급상황 시나리오는 다음과 같다.

1. 엘리베이터 내부의 위급상황 발생
2. 인터폰을 통한 관리실 호출(10초 이내)
3. 인터폰을 통한 A/S 센터 호출(10초 이내)

4. 인터폰을 통한 소방서 호출(10초 이내)
5. 최종 저장된 전화번호를 통한 지인 호출

위와 같은 시나리오를 통하여 총 500번의 비상통화장치 테스트를 실시하였다. 위급상황 발생 후 인터폰을 통해 외부와 연결하였고 통화 수신음, 녹음 음성(음성사서함 연결)일 경우 음성 분석을 통하여 다음

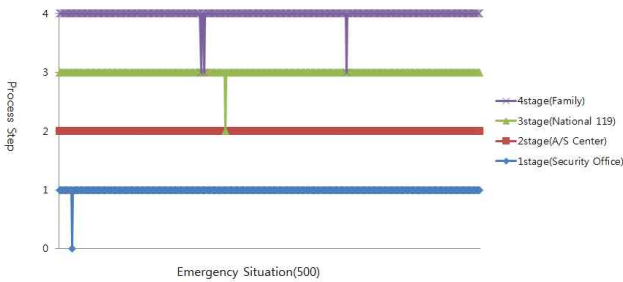


그림 12. 비상통화장치 응답률 성능평가 결과
Fig. 12 Performance evaluation result of emergency call device response rate

단계로 넘어가게 된다. 각 Step(관리실, A/S 센터, 119구조대, 긴급 연락처)당 총 500번의 임의의 위급상황을 설정하고 각 Step별 응답률을 측정하였다. 그림 12는 성능평가의 결과를 도식화하였다. 측정결과 엘리베이터와 관리실간의 통신은 500번 중 1번의 연결 에러(응답률 : 99.2%)가 발생하였다. A/S 센터와의 통신은 0번의 연결 에러(응답률 : 100%), 119 구조대와의 통신은 1번의 연결 에러(응답률 : 99.2%), 긴급 연락처와의 통신은 3번의 연결 에러(응답률 : 97.6%)가 발생하였다. 전체 500번의 응답 테스트 중 7번의 에러가 측정되었으며, 전체 응답률은 99%로 측정되었다. 특히 4 stage에 해당하는 긴급 연락처 오류가 다른 Step보다 많은 이유는 전화번호 입력 오류 2회, PSTN 통신 연결 오류 1회로 나타났으며, 비상통화장치의 문제점으로 분석되지는 않았다.

4.5 타 연구와의 성능 평가

표 2는 본 논문에서 제안한 엘리베이터 비상통화장치 시스템과 기존에 연구된 엘리베이터 관리 시스템과의 정성평가를 통해 시스템의 우수성을 평가하였다. 제안된 시스템은 유지보수, 위급상황 시 비상통화장치, 관리자 모니터링을 포함한 통합 관리 시스템을 목

적으로 하고 있다. 또한 기존에 연구된 비상통화장치의 단일 의존성을 극복하고 하나의 컨트롤보드에 여러 대의 비상통화장치를 연결하여 관리하도록 하였다. ICT의 통신기술을 활용하여 RS-232C 및 PSTN방식을 활용한 데이터 송수신 방식을 적용하였으며, 기존 연구에서 진행되지 않은 음성 분석을 통한 위급상황 대처 기능인 순환 연결형 서비스를 추가적으로 구축하였다. 마지막으로 타 연구와 다르게 S/W 시스템 설계 시 객체지향 설계 모델링의 방법을 적용하여 시스템의 재사용성을 높일 수 있도록 하였다.

표 2. 타 연구와의 비교 평가
Table 2. Comparison with other study

Item	[5]	[6]	Proposed
System	Elevator Maintain	Elevator Emergency Call	Elevator Maintain, Emergency Call, Monitoring
Emergency Call Device	X	Sing Connection	Multi Connection
Communication	PSTN	RS-485	RS-232C, PSTN
Voice Processing	X	X	Voice Analysis
Interphone Circuit	Mother Base Station	Mother Base Station	Mother Base Station, Other Base Station
Power	Battery	Battery	Battery
SW Design Modeling	X	X	Object-Oriented Design Modeling
Administrator Interface	Windows CE	Web	Web

V. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 기존의 설치된 엘리베이터 내에서 위험 상황이 발생하였을 때 승객의 안전성을 보장하기 위하여 위험 상황을 신속하게 대응할 수 있는 일련의 프로세스를 포함한 엘리베이터 비상통화장치 프

로토타입 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 엘리베이터 내에서 위험 상황 발생 시 관리실과의 통화 접속이 이루어지 않는 경우 등록된 긴급연락 전화번호로 순환 순서에 따라 순차적으로 연결을 자동으로 시도하여 긴급 통화 접속이 신속하게 이루어 질 수 있도록 기능을 포함하고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 음성 신호 분석을 포함하였다. 통화 수신음, 통화 종료음, 관리자 음성 녹음음 등 실제 상대방과 대화하는 음성이 아닐 경우 다음 프로세스로 넘어가는 과정을 음성처리 방식으로 통해 처리하였다.

또한 엘리베이터의 고장 정보, 수리 정보, 통화 이력 정보는 서버로 전송함으로써 엘리베이터 수리가 신속하게 처리될 수 있는 구조를 포함하고 있다. 이와 더불어 비상통화장치를 통하여 관리자가 엘리베이터의 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 엘리베이터 모니터링 시스템이 포함되어 구현하였다.

향후 연구에서는 이번 연구에서 진행된 음성 신호 분석이 특징점 추출을 통한 분석으로 한정되었지만, 다양한 방법을 적용하여 음성 분석 시간을 줄일 수 있는 방법과 인터페이스의 다양화 등 보다 넓은 분야에 적용될 수 있도록 하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연 공동기술개발사업(No. C0150609)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

본 논문은 2014년도 한국전자통신학회 가을철 종합 학술대회 우수논문을 확장한 논문입니다.

References

- [1] B. Lim, "Study on the Remote Error-correction System of Elevator," Master's Thesis, *Chonbuk National University Graduate School of Industrial Technology*, 2010.
- [2] J. Park and S. Shin, "The Comparative Study on Safety Factors at Elevator Management System Operation," *J. of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 14, no. 6, 2014, pp. 159-162.
- [3] Y. Kim, "The Elevator Control System Integrated Wire and Wireless based on Information Technology," *J. of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 16, no. 2, 2011, pp. 113-120.
- [4] J. Park and S. Shin, "Propose of Elevator System for Effective Management based on IOT," *J. of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 14, no. 6, 2014, pp. 163-167.
- [5] S. Yeo, "Safety supervision and maintenance of elevators by a remote control system," Master's Thesis, *Kyung Nam University*, 2012.
- [6] W. Lee, J. Song, and H. Kim, "Implementation of the Voice and Data Communication-based Remote Monitoring System," *Conf. the Korean Institute of Electrical Engineers, Muju, Korea, July, 2000*, pp. 3198-3200.
- [7] W. Kim and S. Park, "The Integrated Model of CCTV, Remote Control and Direct Call for the Elevator Safety based on Information Technology," *J. of the Korea Navigation Institute*, vol. 16, no. 4, 2012, pp. 697-702.
- [8] M. Kim, "Development of Emergency Dialing System," *J. of the Korean Society for Elevator Engineering*, 2004.
- [9] Y. Kim and H. Lee, "A Study on Improved Method of Voice Recognition Rate," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 1, 2013, pp. 77-83.
- [10] C. Lee, "The Effect of FIR Filtering and Spectral Tilt on Speech Recognition with MFCC," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 5, no. 4, 2010, pp. 363-371.
- [11] C. Lee, "Dimensionality Reduction in Speech Recognition by Principal Component Analysis," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 9, 2013, pp. 1299-1306.

저자 소개



정세훈(Se-Hoon Jung)

2010년 2월 순천대학교 멀티미디어 공학과 졸업(공학사)

2012년 2월 순천대학교 대학원 멀티미디어공학과 졸업(공학석사)

2014년 8월 순천대학교 대학원 멀티미디어공학과 박사수료

2015년~현재 광양만권 SW융합연구소(책임)

※ 관심분야 : 객체지향 모델링, 상황인식, 빅데이터 처리 및 확률 분석



박동국(Dong-Gook Park)

1986년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1989년 2월 KAIST 전기및전자공학과 졸업(공학석사)

2001년 호주 QUT(Queensland Univ. of Tech.) School of Data Communications (공학박사)

2004년~현재 순천대학교 정보통신·멀티미디어공학부 부교수

※ 관심분야 : 정보보호, 보안 시스템, 보안 기법 및 유비쿼터스 컴퓨팅



박성균(Sung-Kyun Park)

2002년 2월 진주산업대학교 전자공학과 졸업(공학사)

2014년 2월 순천대학교 대학원 멀티미디어공학과 재학(공학석사)

현재 (주)휴머닉스 연구소장

※ 관심분야 : MCU 설계, 신재생 에너지, RFID/USN 응용



소원호(Won-Ho So)

1996년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1998년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2003년 8월~현재 순천대학교 컴퓨터교육과 교수

※ 관심분야 : 통신망 프로토콜, 임베디드시스템, 컴퓨터공학교육



박홍준(Hong-Jun Park)

2002년 2월 순천대학교 컴퓨터교육과 졸업(이학사)

2005년 2월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 재학(이학석사)

2008년 2월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학박사)

2008년 3월~2011년 8월 순천대 교수학습개발센터(연구원)

2015년~현재 광양만권 SW융합연구소(팀장)

※ 관심분야 : ITS, MBL, ICT교육



심춘보(Chun-Bo Sim)

1996년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1998년 2월 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 2월 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2005년~현재 순천대학교 정보통신·멀티미디어공학부 부교수

※ 관심분야 : 멀티미디어 DB, 객체지향 모델링, 유비쿼터스 컴퓨팅